

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005699

International filing date: 28 March 2005 (28.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-094488
Filing date: 29 March 2004 (29.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 2 9 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 9 4 4 8 8

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 0 9 4 4 8 8
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 株式会社日立国際電気

2 0 0 5 年 4 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 20310295
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/22
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気
 内
 【氏名】 野田 孝暁
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気
 内
 【氏名】 寿崎 健一
【特許出願人】
 【識別番号】 000001122
 【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気
【代理人】
 【識別番号】 110000039
 【氏名又は名称】 特許業務法人 アイ・ピー・エス
 【代表者】 早川 明
 【電話番号】 045-441-3850
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 132839
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0204827

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

反応炉内に基板を搬入するステップと、

反応炉で基板に対して処理を行うステップと、

反応炉より処理後の基板を搬出するステップと、

基板搬出後、次に処理する基板を搬入する前に反応炉内に基板が無い状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を複数回繰り返すバージステップと、

を有し、バージステップは処理を行う度に毎回行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

基板をボートに装填するステップと、

基板を装填したボートを反応炉内にロードするステップと、

反応炉内で基板に対して処理を行うステップと、

処理後の基板を支持したボートを反応炉よりアンロードするステップと、

ボートアンロード後、処理後の製品基板をボートより取り出すステップと、

基板取り出し後、製品基板をボートに装填することなくボートを反応炉内にロードし、その状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を少なくとも 1 回以上行うバージステップと、

を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【技術分野】

【０００１】

本発明は、半導体装置を製造する方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

ＩＣ、ＬＳＩ等の半導体装置を製造する工程においては、減圧ＣＶＤ法（化学気相堆積法）によって、基板上に薄膜を成膜することが行われている。そのような成膜方法の１つとして、減圧ＣＶＤ法によって、ボロンをドーブしたシリコン膜を成膜することが実施されている。従来、シリコン膜にボロンをドーブするのにジボランが用いられていた。この場合に、反応炉内でボートに複数枚のウエハを垂直方向に積層支持した状態で、炉体下部よりガスを導入し、垂直方向に上昇させ、そのガスを用いて、熱ＣＶＤ法により、前記ウエハ上に薄膜を形成する減圧ＣＶＤ装置を用いると、ＣＶＤ装置内のボトム領域（下部領域）からトップ領域（上部領域）までの全領域において、膜厚および抵抗率の面内均一性が１０～２０％と悪かった。

上記の膜厚面内均一性は、ジボランに代えて三塩化ホウ素を用いることによって大幅に改善され、全領域で膜厚面内均一性が１％以下であるようなボロンドープポリシリコン膜が得られることが判明している（特許文献１参照）。

【０００３】

【特許文献１】 特開２００３－１７８９９２号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、シリコンに三塩化ホウ素を用いてボロンをドーブした膜において、成膜ラン（成膜バッチ処理）と次の成膜ランとの間が空くと、Ｂ（ホウ素）濃度と成長速度が減少してしまうという問題があり、この場合、製品を入れないで一度成膜ランを実施してから連続で製品を入れて成膜ランを実施する必要があった。

【０００５】

ところが、製品を入れないで一度成膜ランを実施すると、製品処理の効率が悪く、時間を空けてランを実施しても必ずしも再現性良くＢ濃度と成長速度が得られるものではない。

【０００６】

本発明の目的は、例えばモノシランと三塩化ホウ素とを使用し、減圧ＣＶＤ法によってボロンドープシリコン膜を成膜するような場合、例えばボロンのようにドーブされる元素の濃度と成長速度とのバッチ間均一性が良好な膜を作製することができる半導体装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記課題を解決するため、本発明の第１の特徴とするところは、反応炉内に基板を搬入するステップと、反応炉で基板に対して処理を行うステップと、反応炉より処理後の基板を搬出するステップと、基板搬出後、次に処理する基板を搬入する前に反応炉内に基板が無い状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を複数回繰り返すパージステップと、を有し、パージステップは処理を行う度に毎回行う半導体装置の製造方法にある。

【０００８】

本発明の第２の特徴とするところは、基板をボートに装填するステップと、基板を装填したボートを反応炉内にロードするステップと、反応炉内で基板に対して処理を行うステップと、処理後の基板を支持したボートを反応炉よりアンロードするステップと、ボートアンロード後、処理後の製品基板をボートより取り出すステップと、基板取り出し後、製品基板をボートに装填することなくボートを反応炉内にロードし、その状態で反応炉に対

する真空引きと不活性ガスの供給を少なくとも1回以上行うバージステップと、を有する半導体装置の製造方法にある。

【0009】

上記2つの方法において、好ましくは、処理ステップではホウ素を含むガスを用いる。また、好ましくは、処理ステップでは、基板上にボロンドープシリコン膜を形成する。さらに好ましくは、処理ステップでは、処理用ガスとしてモノシラン (SiH_4)、ドーピングガスとして三塩化ホウ素 (BCl_3) を用いる。

【0010】

バージステップでは、反応炉内にロードするボートには何も載置しなくてもよいし、ボートにはダミーウエハを装填してバージを行ってもよい。

【0011】

バージステップにおいては、FCP (First Cycle Purge) を用いるとよい。FCPとは、減圧CVD装置の反応炉内において、メインバルブをショートサイクルで開閉することによって急激な圧力変動を発生させて、反応炉内を強力にバージする方法である。このFCPを用いると、反応炉内、ボート、ダミーウエハ等に付着した例えばホウ素を除去し、成膜前の炉内状態を一様にすることができ、これにより成膜後のホウ素濃度や成長速度の変動を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

次に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

本発明がなされる前の予備的考察として、バッチ間のボロン濃度変動の原因は次のように考えられる。即ち、成膜前のボロンの、反応炉やボート表面からの脱離量がバッチ間のアイドリング時間により異なってくるため、成膜時にドーパされるボロン量に変化してボロン濃度変動することが考えられる。

また、本実施形態のプロセスではボロンの触媒効果により膜成長が起こるため、ボロン濃度変動することで成長速度が変動することが考えられる。成長前のボロンの、反応炉やボート表面からの脱離量をできるだけ一定にするには、成膜前にある一定量の三塩化ホウ素を炉内に流すことや、成膜前に炉内を酸化コーティングすることが考えられる。しかし前者は基板と膜との界面にボロンが偏析する懸念があり、後者は炉内ガスクリーニング時に酸化された壁面でクリーニングが阻害される懸念があり、いずれも好ましい方策とはいえない。以上のことから、FCPを成膜前に常時行うことにより反応炉やボート表面からのボロンの脱離を促進させ、成膜前のボロンの反応炉やボート表面からの脱離量を安定化させることが、バッチ間のボロン濃度や成長速度の安定性を改善する上で重要であるといえる。

本発明の実施形態は、このような考察に基づいてなされたものである。

【0013】

図1において、ホットウォール式のバッチ式縦型減圧CVD装置の構造概略図が示されている。この減圧CVD装置は、反応ガスとしてモノシラン (SiH_4) と三塩化ホウ素 (BCl_3) とを使用して、反応炉内でボートに複数枚のウエハを垂直方向に積層支持した状態で、炉体下部よりガスを導入し垂直方向に上昇させ、そのガスを用いて、熱CVD法により、前記ウエハ上に、ボロンドープシリコン薄膜、すなわち、ボロンドープアモルファスシリコン薄膜またはボロンドープポリシリコン薄膜を形成するものである。

【0014】

ホットウォール炉を構成し、基板としてのウエハ4を加熱する、4ゾーンに分かれたヒータ6a~6dの内側に、反応炉12の外筒である石英製の反応管すなわちアウターチューブ1およびアウターチューブ1内部のインナーチューブ2が、軸を垂直にして設置されており、この2種のチューブの間をメカニカルブースタポンプ7およびドライポンプ8を用いて真空引きしている。従って、インナーチューブ2内側に導入される反応ガスは、インナーチューブ2内を垂直に上昇し、2種のチューブの間を下降して排気される。複数枚のウエハ4が中心をそろえて垂直方向に積層して装填された石英製のボート3はインナー

チューブ 2 内に設置され、反応ガスにさらされた時に、気相中およびウエハ 4 表面での反応により、ウエハ 4 上に薄膜が形成される。断熱板 5 は、ウエハ 4 が存在する位置範囲内の温度を均一化するためのものである。また、図 1 中、10 はポート回転軸であり、11 はステンレス製の蓋である。

【0015】

なお、ポート 3 には、ウエハ 4 を支持するスロットが合計 172 個設けられており、一番下のスロットから数えて 10 スロット目まではダミーのウエハ 4 が、11 から 167 スロット目までは製品のウエハ 4 が、168 から 172 スロット目まではダミーのウエハ 4 が支持される。また、図 1 中のトップ領域、センタ領域、ボトム領域とは、それぞれ、129 から 167 スロット目までの製品のウエハ 4 の存在する領域、37 から 128 スロット目までの製品のウエハ 4 の存在する領域、11 から 36 スロット目までの製品のウエハ 4 の存在する領域のことを示している。また、4 つに分かれたヒータゾーンのうち、一番下の L (Lower) ゾーン (ヒータ 6 d に対応) は 1 スロット目より下側の、ウエハが殆ど存在しない領域に対応しており、下から二番目の C L (Center Lower) ゾーン (ヒータ 6 c に対応) は 2 から 56 スロット目までのダミーのウエハ 4 と製品のウエハ 4 とが混在する領域に対応しており、下から三番目すなわち上から二番目の C U (Center Upper) ゾーン (ヒータ 6 b に対応) は 57 から 172 スロット目までの製品のウエハ 4 とダミーのウエハ 4 とが混在する領域に対応しており、下から四番目すなわち一番上の U (Upper) ゾーン (ヒータ 6 a に対応) はそれより上側のウエハの存在しない領域に対応している。また、三塩化ホウ素ガス (BC13) を供給する例えば石英製のノズル 13 は、モノシラン (SiH_4) を供給するノズル 14 とともにヒータと対向する領域より下方であって反応管下方の炉口部 15 にそれぞれ設けられている。また、断熱板 5 は L ゾーンに対応するヒータ 6 d よりも下側に設置される。

【0016】

前述したメカニカルブースタポンプ 7 とドライポンプ 8 とは、一端がアウターチューブ 1 に接続された排気管 16 に設けられている。さらに、この排気管 16 にはメインバルブ 9 が設けられている。このメインバルブ 9 には、A P C (automatic pressure control) バルブが用いられており、反応炉 12 内の圧力を所定値となるよう自動的に開度を調節するようになっている。

【0017】

成膜手順を図 2 に示す。まずステップ S 10 において、反応炉 12 内を成膜温度に安定化させた後、ステップ S 12 においてウエハ 4 を装填したポート 3 を反応炉 12 内にロード (挿入) する。次にステップ S 14 においてリアクター (反応炉 12) 内を排気し、次のステップ S 16 において、ポート 3 やチューブ 1、2 に吸着した水分等を脱離させるために N_2 パージを行なう。次のステップ S 18 においては、リアクター (反応炉 12) 内リークチェックを行なった後、次のステップ S 20 において、モノシランと三塩化ホウ素の流量を設定し、反応炉 12 内にガスを流して圧力を安定化させ、次のステップ S 22 において、ボロンドープシリコン膜、すなわち、ボロンドープアモルファスシリコン膜またはボロンドープポリシリコン膜の成膜を行なう。次のステップ S 24 においては、成膜が終了したら配管内を N_2 でサイクルパージし、次のステップ S 26 において、 N_2 でリアクター内を大気圧まで戻す。大気圧に戻ったら次のステップ S 28 においてポート 3 をアンロードし、次のステップ S 30 においてウエハ 4 を自然冷却する。最後にステップ S 32 においてウエハ 4 をポート 3 から取り出す。

【0018】

F C P 手順を図 3 に示す。図 2 に示した成膜が終了した後、ステップ S 34 において、製品ウエハを装填していないポート 3 を再度反応炉 12 にロード (挿入) する。この場合、ダミーウエハはポート 3 から除いてもよいし、装填しておいてもよい。次にステップ S 36 において、メカニカルブースタポンプ 7 とドライポンプ 8 とを駆動して真空引きを開始する。リアクター (反応炉 12) 内が所定値、例えば 1.0 K p a 程度になったら、次

のステップS 3 8でメインバルブ9を一気に開けて排気する。次のステップS 4 0においては、メインバルブ9を閉じ、次のステップS 4 2で再度N₂ガスをリアクター（反応炉1 2）に導入する。次のステップS 4 4においては、ステップS 3 8～S 4 2のサイクルが所定値、例えば1 0 0回に達したか否かを判定し、所定値に達していない場合はステップS 3 8に戻り、所定値に達した場合は次のステップS 4 6に進む。ステップS 4 6においては、反応炉1 2内が大気圧になるまで反応炉1 2内にN₂を導入する。次のステップS 4 8において、ポート3をアンロードし、次のステップS 5 0において、ポート3にダミーウエハを装填していた場合は、ダミーウエハを冷却し、次のステップS 5 2において、次のバッチを開始するものである。

なお、F C Pの好ましい条件は次の通りである。

1 サイクルあたりの時間：0 . 5 ～ 2 m i n

1 サイクルあたりの真空引き時間：0 . 2 5 ～ 1 m i n

1 サイクルあたりのN₂供給時間：0 . 2 5 ～ 1 m i n

トータル時間：2 0 ～ 1 0 0 m i n

最小圧力（真空引きの際の到達圧力）：0 . 0 5 ～ 0 . 1 P a

最大圧力（N₂供給時の到達圧力）：1 0 0 0 ～ 1 2 0 0 P a

サイクル数：1 0 ～ 2 0 0 回

N₂供給量：0 . 5 ～ 1 s l m

このように、F C Pは通常のサイクルバージと比較して、単位時間あたりの圧力の変化量が極めて大きい（速い）ことが特徴である。

【0 0 1 9】

次に実施例と比較例について説明する。

実施例：

前述した減圧C V D装置を用い、反応ガスとしてモノシラン（S i H₄）と三塩化ホウ素（B C l₃）とを使用して、ボロンドープシリコン薄膜を形成した。成膜処理を行った毎にF C Pを実施した。

成膜処理においては、反応炉1 2内のトータル圧力が6 6 . 5 P a、S i H₄流量が0 . 2 s l m、B C l₃流量が0 . 0 0 2 s l m、炉内温度が3 8 0 ～ 4 0 0 ° Cで実施した。

F C Pは、最大圧力（N₂供給時の到達圧力）が1 2 0 0 P a、最小圧力（真空引きの際の到達圧力）が0 . 1 P a、1 サイクルあたりの時間が1 m i n、圧力を最大圧力から最小圧力までに変動させる時間が5 s e c、サイクル数が1 0 0 回、トータル時間が1 0 0 m i n、N₂供給量が1 s l mで実施した。

比較例：

成膜処理は実施例と同一であり、F C Pは実施しなかった。

【0 0 2 0】

図4において、連続3 ランでのボロン（B）濃度をセンタ領域のスロット（＃8 9）に載置した製品ウエハについて測定した結果が示されている。F P Cを実施することにより、B濃度の変動は2 %未満に収まっていることが確認できた。

【0 0 2 1】

図5において、実施例と比較例とのB濃度のバッチ間アイドル時間依存性が示されている。比較例では、B濃度は2 ～ 6 時間のアイドルリングで急激に減少し、2 4 時間アイドルリング後のB濃度も含めてそのばらつきは約± 4 %である。それに対し、実施例では、2 4 時間アイドルリング後もB濃度変化は2 %未満に収まっている。図4 及び図5の結果から、F C Pを実施することによりB濃度のバッチ間均一性を向上させることができることが分かる。

【0 0 2 2】

図6において、連続3 ランでの成長速度の変化をトップ領域のスロット（＃1 6 7）とボトム領域のスロット（＃1 1）に載置した製品ウエハについて測定した結果が示されている。F C Pを実施することにより、成長速度の変動は2 %未満に収まっていることが確

認できた。

【0023】

図7において、実施例と比較例との成長速度のバッチ間アイドル時間依存性が示されている。比較例では、成長速度がバッチ間アイドル時間により大きくばらついているのに対し、実施例では、24時間アイドリング後でも成長速度の変動はほとんど無い。図6及び図7の結果から、FCPを実施することにより成長速度のバッチ間均一性を向上させることができることが分かる。

【0024】

以上述べたように、FCPは、石英製のボートやダミーウエハに付着したBCI₃やCl成分を脱離させやすい。この理由は、FCPは反応炉内にN₂を高圧までためて一気に引くため、単位時間当たりの圧力変化が大きく、パージガス量も多くなるためである。

【0025】

なお、上記実施形態及び実施例においては、減圧CVD装置に適用したものを示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ボロンドープ拡散装置を含め、ボロンを含むガスを用いる装置全般に適用できるし、ボロン以外についても適用することができるものである。

【0026】

以上のように、本発明は、特許請求の範囲に記載した事項を特徴とするが、さらに次のような実施形態が含まれる。

(1) 基板を処理する反応炉と、反応炉内に処理ガスを供給する供給手段と、反応炉内に基板を搬入搬出する搬入搬出手段と、この搬入搬出手段により基板を反応炉から搬出した後、次に処理する基板を搬入する前に、反応炉内に基板が無い状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を繰り返すよう制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置。

(2) 基板を装填するためのボートと、基板を処理する反応炉と、反応炉内に処理ガスを供給する供給手段と、反応炉内にボートを搬入搬出する搬入搬出手段と、この搬入搬出手段により基板と共にボートを反応炉から搬出した後、次に処理する基板を搬入する前に反応炉内に基板を装填していない空のボートを挿入した状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を少なくとも1回以上行うよう制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の実施形態に係る基板処理装置を示す概略図である。

【図2】本発明の実施形態に係る半導体装置の製造方法における成膜手順を示すフローチャートである。

【図3】本発明の実施形態に係る半導体装置の製造方法におけるFCP手順を示すフローチャートである。

【図4】本発明に係る実施例において連続3ランでのB濃度の変化を示す図である。

【図5】本発明に係る実施例と比較例とにおいてB濃度のバッチ間アイドリング時間依存性を示す図である。

【図6】本発明に係る実施例において連続3ランでの成長速度の変化を示す図である。

【図7】本発明に係る実施例と比較例とにおいて成長速度のバッチ間アイドリング時間依存性を示す図である。

【符号の説明】

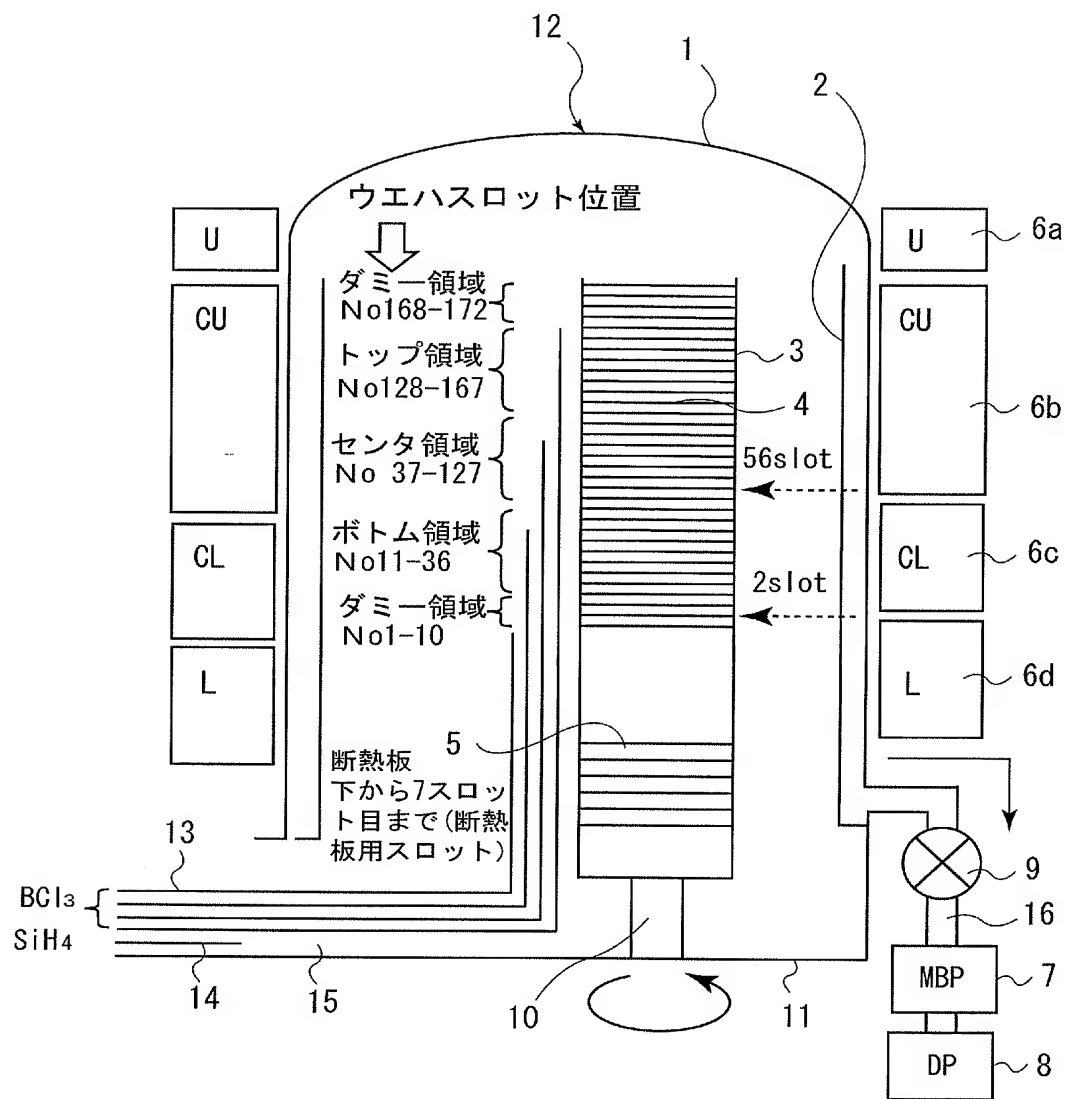
【0028】

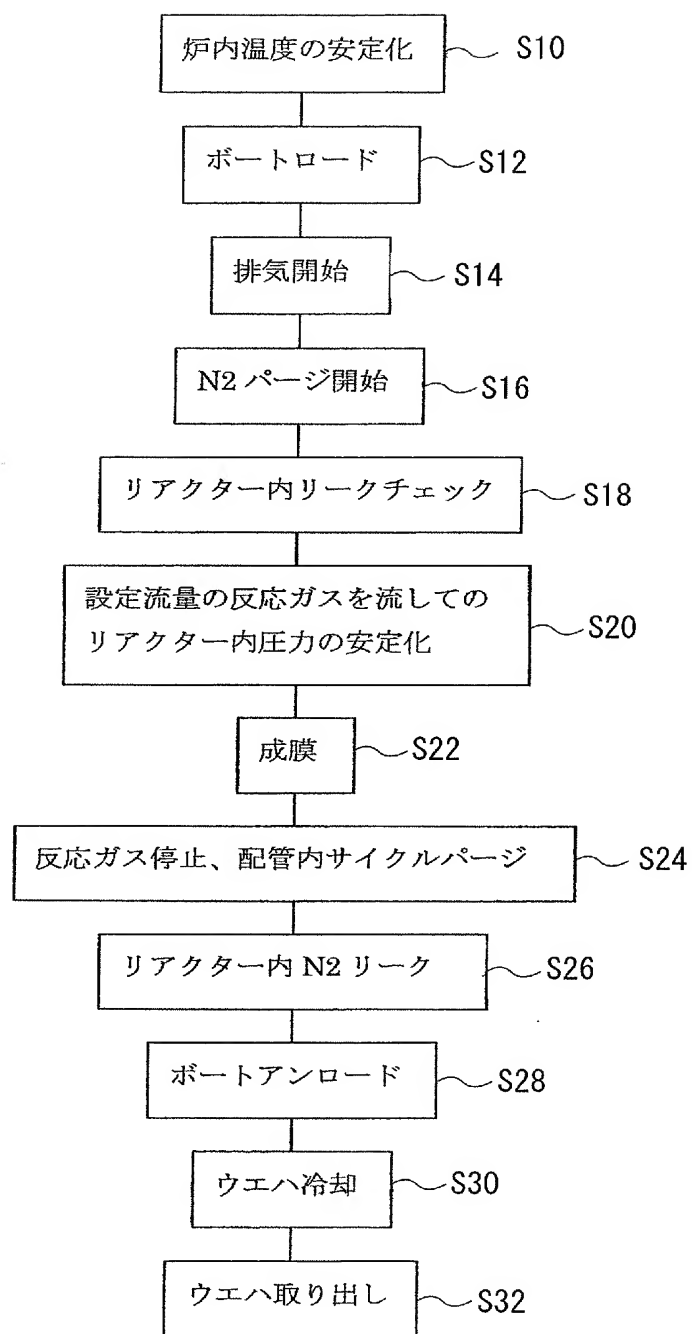
- 1 アウターチューブ
- 2 インナーチューブ
- 3 ボート
- 4 ウエハ

6 a ～ 6 d ヒ ー タ
9 メ イ ン バ ル ブ

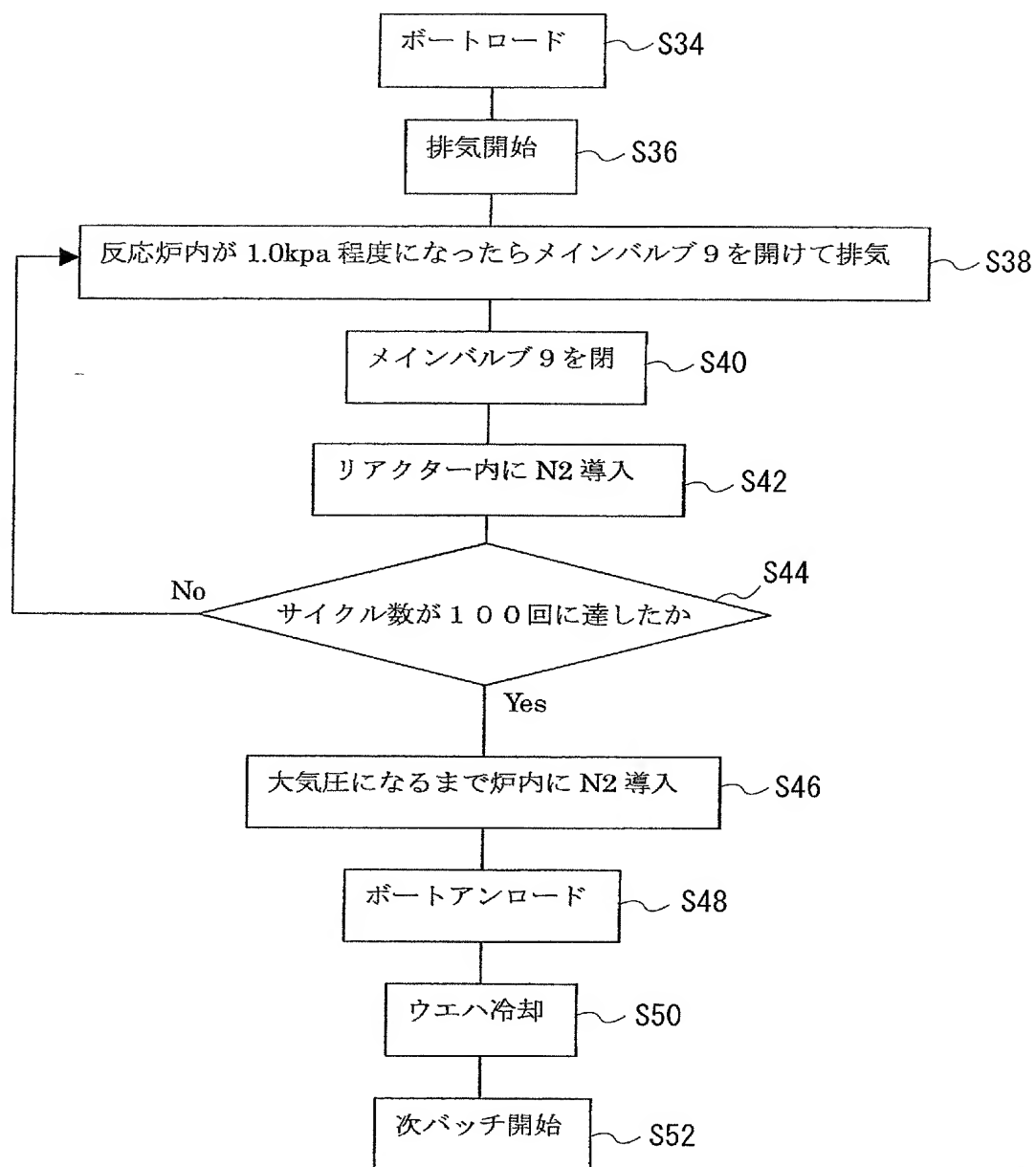
【書類名】 図面

【図 1】

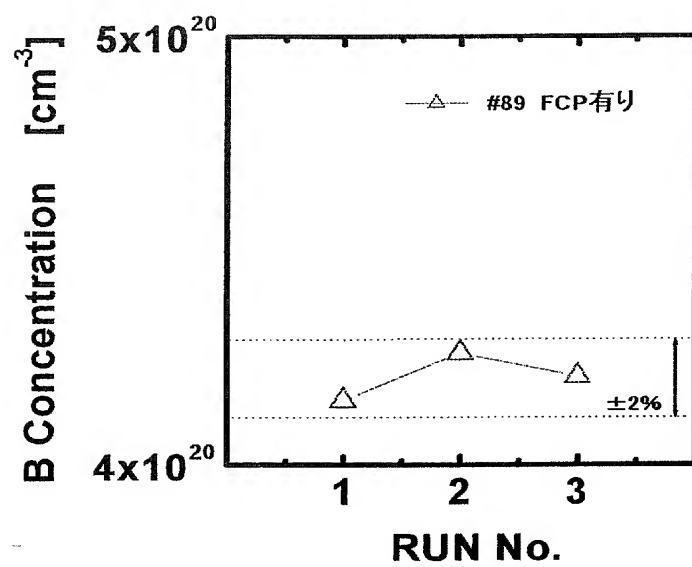




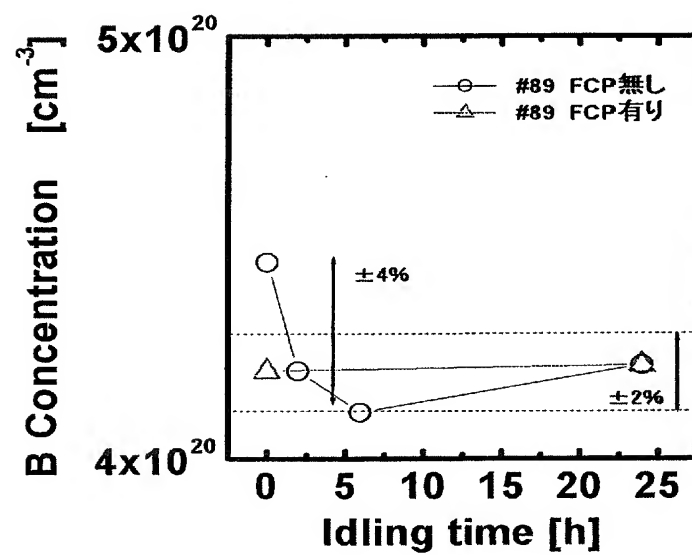
【図 3】



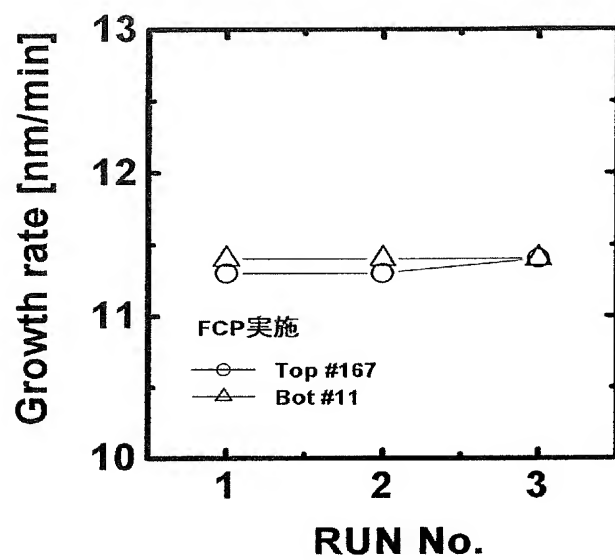
【 図 4 】



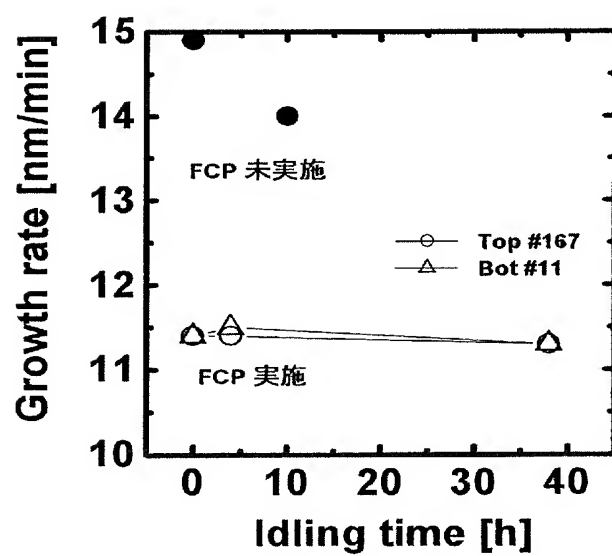
【 図 5 】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 例えばモノシランと三塩化ホウ素とを使用し、減圧CVD法によってボロンドープシリコン膜を成膜するような場合、例えばボロンのようにドーパされる元素の濃度と成長速度とのバッチ間均一性が良好な膜を作製することができる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 反応炉内に基板を搬入し、反応炉で基板に対して処理を行い、反応炉より処理後に基板を搬出する半導体装置の製造方法において、基板搬出後、次に処理する基板を搬入する前に反応炉内に基板が無い状態で反応炉に対する真空引きと不活性ガスの供給を複数回繰り返すパージステップを設ける。このパージステップとして、真空引きと不活性ガスとを短いサイクルで繰り返すFCPが用いられる。

【選択図】 図3

出願人履歴

0 0 0 0 0 1 1 2 2

20010111

名称変更

3 0 0 0 7 5 9 0 2

東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号

株式会社日立国際電気